

La vague de chaleur d'août 2003 : que s'est-il passé ?

L'été 2003 aura été le plus chaud en France depuis 53 ans, aussi bien pour les températures maximales que minimales. La vague de chaleur du mois d'août a fait des milliers de victimes en Europe, mais c'est dans notre pays où les températures minimales furent les plus élevées que l'on déplore le plus de victimes, surtout chez les personnes âgées. La surmortalité est apparue dès l'âge de 45 ans faisant apparaître plusieurs facteurs de risque.

Martine Ledrans, Philippe Pirard, Hélène Tillaut, Mathilde Pascal, Stéphanie Vandentorren, Florence Suzan, Georges Salines, Alain Le Tertre, Sylvia Medina, Adeline Maulpoix, Bénédicte Bérat, Nicolas Carré, Céline Ermanel, Hubert Isnard, Coralie Ravault, Marie-Christine Delmas*

L'été 2003 fut le plus chaud qu'ait connu la France depuis 53 ans.¹ Une période caniculaire d'une intensité exceptionnelle est survenue durant la première quinzaine du mois d'août. Le 8 août 2003, la Direction générale de la Santé indiquait à l'Institut de veille sanitaire (InVS) qu'elle recevait différents signalements concernant des décès dus à la canicule. Les effets sanitaires des conditions climatiques extrêmes ne faisaient pas l'objet d'un programme de surveillance au sein de l'InVS. De plus, les conséquences sanitaires de la vague de chaleur se sont traduites par des signaux sanitaires non spécifiques (mortalité, activité des services d'urgence) dont l'InVS n'était pas destinataire à l'époque. Pour décrire l'impact sanitaire de l'événement caniculaire qui était en train de se dérouler, l'InVS décidait donc de mettre en place en urgence une série d'études :

- une revue de la bibliographie sur les effets de la chaleur sur la santé (v. encadré) ;
- une enquête pour quantifier, à court terme, la surmortalité sur le territoire métropolitain (cette estimation, d'abord initiée par l'InVS, a ensuite été inscrite dans la

mission confiée par le ministre de la Santé à Denis Hémon et Éric Jouglu, de l'Inserm) ;

- une étude sur les décès dans plusieurs grandes villes françaises avec mise en relation avec les données météorologiques ;

- une étude sur les décès par coup de chaleur survenus dans les hôpitaux.

Par ailleurs, une enquête a été réalisée auprès d'experts européens pour connaître l'impact sanitaire de la vague de chaleur dans les différents pays européens.

Suite à cette phase d'urgence, un système d'alerte a été mis en place et d'autres études sont actuellement menées pour mieux appréhender la prévention d'épisodes caniculaires.

CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES DE LA VAGUE DE CHALEUR D'AOÛT 2003

L'été 2003 est le plus chaud depuis 53 ans pour les températures maximales (2 °C au dessus des 3 derniers étés les plus chauds – 1976, 1983 et 1994) et, fait important, pour les températures minimales (3,5 °C au dessus de la

* Institut de veille sanitaire. InVS, 12, rue du Val d'Osne, 94415 Saint-Maurice Cedex. Site Internet : www.invs.sante.fr

Vague de chaleur et santé : quelques éléments bibliographiques

L'exposition d'un individu à une température environnementale élevée peut entraîner des réactions directes de l'organisme en raison d'une réponse inadéquate ou insuffisante des mécanismes de thermorégulation.

IMPACT DES VAGUES DE CHALEUR

Les principales vagues de chaleur survenues en Europe et aux États-Unis depuis 30 ans et leur impact sanitaire ont été largement documentés.^{1,8} C'est l'impact en termes de mortalité totale qui a été le plus étudié.¹ En France, la vague de chaleur de 1976, qui a touché largement le territoire métropolitain a fait près de 6 000 morts en excès (+ 30 %) sur l'ensemble du territoire français par rapport à la moyenne des décès observés pendant les trois années précédentes.²

ÉTUDE DE LA RELATION MORTALITÉ TEMPÉRATURE

Les différentes études réalisées sur le sujet mettent en évidence une relation en forme de V entre mortalité et température : il existe une température optimale, pour laquelle la mortalité est minimale. Ce seuil de température est d'autant plus élevé que la latitude est basse.¹

ÉTUDE DES FACTEURS MODULANT L'IMPACT DE LA CHALEUR

- Facteurs de risque individuels

Les personnes âgées constituent les populations les plus à risque lors de la survenue de vagues de chaleur, dans les pays développés. Les personnes souffrant de maladies mentales présentent un risque accru de décès lors des vagues de chaleur.⁹ Parmi les principaux facteurs de risque documentés, on trouve : les traitements par diurétiques, neuroleptiques ou par médica-

ments à propriétés anticholinergiques ;^{1,9} la consommation d'alcool et l'usage de drogues ; le fait de vivre seul et isolé, la perte d'autonomie, ainsi que le fait d'appartenir à une catégorie sociale défavorisée.¹⁰

- Facteurs de risque environnementaux

La surmortalité liée aux vagues de chaleur touche essentiellement les villes, et ce, d'autant plus qu'elles sont de grande taille et éloignées de la mer : les activités humaines et la densité de l'habitat entraînent l'apparition d'îlots de chaleur, la température nocturne reste élevée.^{6,9} Les caractéristiques de l'habitat (petits appartements, dans les étages supérieurs, sans la climatisation) sont également des facteurs de risque de décès bien identifiés. Enfin, la pollution atmosphérique et la température pourraient avoir un effet synergique sur la mortalité, les seuils pour lesquels les effets sanitaires engendrés par quelques polluants de l'air deviennent mesurables semblent être abaissés pendant les jours de forte chaleur.^{5,11}

LES PLANS DE PRÉVENTION

Après la vague de chaleur de juillet 1995 en Amérique du Nord, un grand nombre de villes du Canada et des États-Unis ont développé leurs propres plans d'action pour faire face aux épisodes caniculaires. Ces plans diffèrent principalement par la définition des seuils de veille, d'avertissement et d'alerte. Les mesures mises en place suite à l'alerte sont l'information du grand public, l'installation de systèmes de climatisation, la prolongation des horaires d'ouverture des lieux climatisés ou des piscines, les appels à la solidarité et le recrutement de bénévoles pour prendre soin des populations les plus à risque, le renforcement des équipes médicales spécialisées.^{12,13}

1. Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 2002 ; 24 : 190-202.
2. Hémon D, Jouglé É. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Paris : Inserm, 2003 : 1-59.
3. Thirion X. La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille : enquête sur la mortalité, essai de prévention. *Sante Publ* 1992 ; 4 : 58-64.
4. Katsouyanni K, Trichopoulos D, Zavitsanos X, Touloumi G. The 1987 Athens heatwave. *Lancet* 1988 ; 2 : 573.
5. Sartor F, Snacken R, Demuth C, Walckiers D. Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994, in Belgium. *Environ Res* 1995 ; 70 : 105-13.
6. Rooney C, McMichael AJ, Kovats RS, Coleman MP. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health* 1998 ; 52 : 482-6.
7. Benbow N. Chaleur et mortalité à Chicago en juillet 1995. *Climat Sante* 1997 ; 18 : 61-70.
8. Jones TS, Liang AP, Kilbourne EM *et al.* Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St Louis and Kansas City, Mo. *JAMA* 1982 ; 247 : 3327-31.
9. Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environ Risques Sante* 2002 ; 1 : 229-40.
10. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH *et al.* Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996 ; 335 : 84-90.
11. Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G *et al.* Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health* 1993 ; 48 : 235-42.
12. Auger N, Kosatsky T. Chaleur accablante. Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé publique et proposition de mesures d'adaptation. Montréal : Direction de la santé publique, 2002.
13. Milwaukee Health Department, Milwaukee Heat Task Force. Plan for excessive heat conditions 2003.

moyenne pour la période 1950-1980). Des températures supérieures à 35 °C ont été mesurées dans 2 tiers des stations météorologiques réparties sur le territoire (fig. 1). Des températures supérieures à 40 °C ont même été observées dans 15 % des stations, y compris pour la première fois en Bretagne depuis le début des mesures de températures. La période de survenue des fortes chaleurs s'est étendue prin-

cipalement du 15 juillet au 15 août, les températures augmentant fortement entre le 1^{er} et le 5 août et se maintenant à des niveaux élevés jusqu'au 13 août. Des températures minimales exceptionnellement hautes ont été mesurées les 11 et 12 août, notamment à Paris (25,5 °C) et Lyon.¹

Bien que toutes les régions aient subi la vague de chaleur d'août 2003, l'amplitude et la durée du phénomène

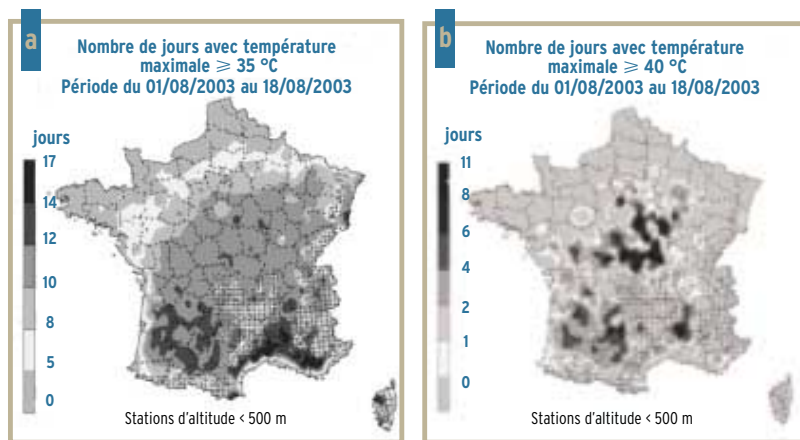


Figure 1 Nombre de jours où les températures maximales ont dépassé 35 et 40 °C entre le 1^{er} et le 18 août 2003 (source Météo France).

étaient variables. Ainsi, dans certaines régions les températures sont restées très élevées pendant plusieurs jours consécutifs, alors que dans d'autres régions les pics de températures étaient suivis de journées plus fraîches. Ainsi, l'écart à la température moyenne calculée sur les étés 1999-2002 varie de + 7,4 °C à Dijon à + 4 °C à Lille.

Contrairement à la France, les autres pays d'Europe ont connu plusieurs jours de fortes températures maximales mais des températures minimales plus faibles. Par exemple, 11 et 12 août, les minimales à Madrid étaient inférieures de 6 °C à celles de Paris.

Les rejets de polluants, au cours des mois de juillet et août 2003, combinés à des conditions météorologiques exceptionnelles (très fortes températures et ensoleillement) ont entraîné une augmentation très importante des niveaux d'ozone et, dans une moindre mesure, d'autres polluants comme les NOX et les particules sur la France ainsi que dans d'autres régions d'Europe. Cette situation a été exceptionnelle, non seulement par les niveaux élevés d'ozone qui ont dépassé plusieurs fois le seuil d'information de 180 µg/m³ en moyenne horaire, mais également par la durée de l'épisode de pollution. En milieu urbain, le nombre de jours de dépassements du seuil d'information sur la période 25 mai au 31 août a été nettement plus élevé que les années précédentes dans les 14 grandes villes françaises où a été recueillie l'information (tableau 1).

RÉSULTATS DES ENQUÊTES MISES EN PLACE EN AOÛT 2003

Surmortalité en France durant la vague de chaleur

L'évaluation de la surmortalité en France a été confiée par le ministre de la Santé, de la famille et des personnes handicapées à D. Hémon (Inserm, U170) et à É. Jouglà (Inserm, CépiDC) le 20 août 2003. Leur travail a été pré-

cédé d'une enquête de l'InVS qui a notamment permis la mise en place, à titre exceptionnel et transitoire, de la remontée immédiate des certificats de décès enregistrés dans les mairies vers les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) qui en ont fait un premier décompte journalier avant de les transmettre au Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDC) de l'Inserm. Cette enquête menée avec les Ddass a permis de fournir, dès le 28 août 2003, la première estimation de la surmortalité liée à la canicule entre le 1^{er} et le 15 août 2003. Celle-ci a pu être chiffrée à 11 435 décès, soit une augmentation de la mortalité totale de 55 %.

La figure 2 présente, par département, la différence de mortalité constatée entre la moyenne du nombre de décès entre le 1^{er} et le 20 août des années 2000, 2001 et 2002 et le nombre observé sur la même période en 2003. La surmortalité semble toucher plus le centre et le nord de la France que le sud. On observe un gradient entre les départements côtiers et le centre de la France dans lequel sont observés les plus grands excès de mortalité.

L'étude réalisée ensuite par l'Inserm² est venue préciser ces éléments d'évaluation. Le nombre cumulé des décès en excès, par rapport aux années précédentes, a été d'environ 400 le 4 août, 3 900 le 8 août, 10 600 le 12 août et 14 800 le 20 août, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue. La surmortalité a touché l'ensemble de la France et est nettement liée, dans les départements, au nombre de jours où la température a excédé 35 °C.

Chaleur et mortalité dans 13 grandes villes françaises

Les évaluations concernant la surmortalité survenue en France en août 2003 ont été corroborées par une enquête menée dans 13 des plus grandes villes métropolitaines.³ Dans les zones les plus atteintes par la vague de chaleur, la surmortalité a davantage concerné les villes que leur

Nombre de jours de dépassement des seuils d'information pour l'ozone,
du 25 mai au 31 août, pour les années 1999 à 2003 sur 14 villes françaises

VILLE	1999	2000	2001	2002	2003
Bordeaux	4	0	1	2	9
Grenoble	0	1	3	10	24
Le Havre	1	1	4	0	7
Le Mans	1	0	0	0	5
Lille	6	2	3	2	12
Lyon	6	2	5	5	16
Marseille*	11	5	22	10	29
Nice	ND**	0	1	4	15
Paris	2	1	7	3	13
Poitiers	0	0	0	0	4
Rennes	0	0	0	0	0
Rouen	1	0	3	1	4
Strasbourg	0	7	12	4	27
Toulouse	1	0	1	0	6

Tableau 1 * le seuil de 240 µg/m³, seuil d'alerte européen devant passer en droit français a été dépassé 3 fois pendant les étés 2001 et 2003, 1 fois pendant l'été 2000, jamais les autres étés ; ** non disponible

région respective. Ainsi dans 7 villes (Bordeaux, Dijon, Le Mans, Lyon, Paris, Poitiers et Strasbourg), on observe un pic de mortalité au cours de la première moitié du mois d'août. Le nombre quotidien de décès augmente nettement entre le 6 et le 8 août selon la ville, atteint un pic entre le 10 et le 13 août, puis décroît rapidement pour atteindre à partir du 15 ou 16 août les valeurs observées avant l'épidémie de décès. Dans ces villes, la tendance de la courbe de mortalité semble être parallèle à celle de la température. Ainsi, à Paris (fig. 3) et à Lyon, les 2 villes les plus importantes en nombre d'habitants, l'augmentation du nombre quotidien de décès apparaît après un délai de 1 à 2 jours consécutifs au cours desquels la température maximale dépasse 35 °C et la température minimale dépasse 20 °C. La décroissance de ce nombre, après le pic épidémique des 11, 12 et 13 août, semble être concomitante de la décroissance des températures maximale et minimale. Les 4 villes où la surmortalité a été la plus forte se distinguent par l'importance de l'écart de température aux normales saisonnières pendant la canicule (+ 6,7 °C à + 7,4 °C).

Caractéristiques des personnes décédées

Les enquêtes mises en place visaient également à une première description des personnes décédées pendant la vague de chaleur. Ainsi une étude a été menée pour décrire les décès par coup de chaleur survenus en milieu hospitalier à partir du 8 août 2003.⁴ Dans cette enquête très peu de décès pédiatriques ont été observés, l'information des parents et l'importance de la surveillance médicale à cet âge⁵ expliquant en partie la rareté des décès chez les enfants.⁶ En revanche, les personnes âgées, notamment celles de 75 ans et plus, ont payé un lourd tri-

but à la vague de chaleur puisqu'elles représentent 81 % des décès. Chez les personnes âgées de 60 ans ou plus, une maladie mentale a été notifiée dans 30 % des cas, un traitement psychotrope dans 17 %, un diabète dans 12 % et une obésité dans 7 %. Une autre pathologie était noti-

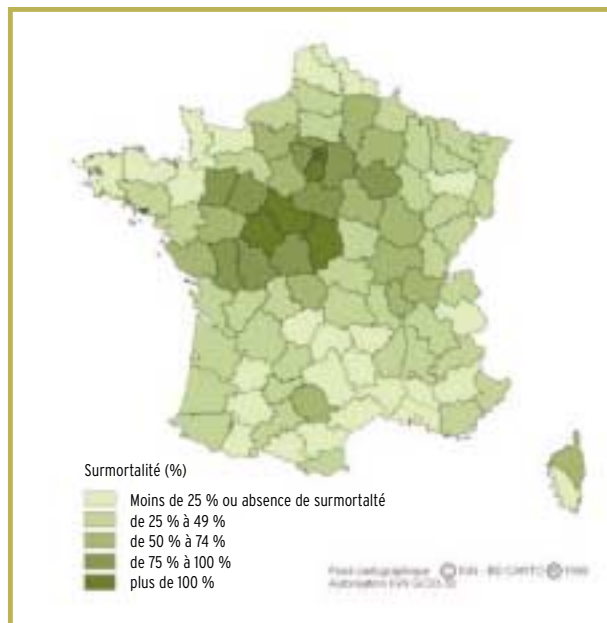


Figure 2 Analyse de la surmortalité par département en France entre le 1^{er} et le 20 août 2003 par rapport à la moyenne des décès des années 2000 à 2002 (données recueillies au 30 septembre 2003).

fiée chez 59 % des personnes de ce groupe d'âge, dont 39 % d'affections cardiaques. Chez les personnes décédées avant l'âge de 60 ans (5 % des décès), la fréquence particulièrement élevée d'une notification pour maladie mentale (41 %) suggère qu'il s'agit d'un facteur de risque de décès lié à la chaleur, résultat par ailleurs décrit dans d'autres études.^{6,7}

L'enquête de D. Hémon et É. Jouglas² a également fourni des informations sur les caractéristiques des personnes décédées et notamment sur le rôle joué par l'âge et le sexe dans la mortalité. La surmortalité observée à partir de 45 ans est importante, croissante avec l'âge : + 20 % chez les sujets âgés de 45 à 54 ans, + 40 % chez les sujets âgés de 55 à 74 ans, + 70 % chez les sujets âgés de 75 à 94 ans et + 120 % chez les sujets de 95 ans et plus. La surmortalité observée chez les femmes (+ 70 %) est sensiblement plus élevée que celle qui a été observée chez les hommes (+ 40 %). Cette même étude a également analysé la répartition des décès suivant leur cause dans la région Centre. Les augmentations de mortalité les plus importantes sont observées pour des causes de décès directement attribuables à la chaleur : déshydratation, hyperthermie, canicule. Viennent ensuite les maladies de l'appareil génito-urinaire et les maladies de l'appareil respiratoire. La plupart des autres causes de décès sont concernées par la surmortalité mais avec des progressions nettement moins marquées pour les tumeurs, pour les suicides et pour les accidents de la circulation. La canicule a fortement modifié la répartition habituelle de la mortalité par causes. Dans les décès en excès d'août 2003, les causes liées directement à la canicule représentent 28,9 % du total des décès, proportion négligeable les années précédentes, alors que les tumeurs représentent 5,5 % des décès, contre 30,4 % dans la structure habituelle de la mortalité.

BILAN DE L'IMPACT DE LA VAGUE DE CHALEUR DANS LES AUTRES PAYS EUROPÉENS

Un bilan de l'impact sanitaire et des modalités de gestion de la vague de chaleur dans les pays limitrophes a été effectué dès le 15 août 2003 puis progressivement réactualisé.

L'été 2003 a été très chaud en Europe du sud et occidentale. Dans le sud de l'Italie, l'Espagne et le Portugal différentes vagues de chaleur notables sont survenues en juin et juillet. La vague de chaleur survenue au mois d'août au Portugal (28 juillet au 14 août) en France et dans le nord-est de l'Espagne (02 au 14 août) et dans le nord de l'Italie (01 au 20 août) a été particulièrement intense et longue. Elle a de même touché le sud de l'Angleterre, la Belgique, la Hollande et l'ouest de l'Allemagne de façon moins intense et plus courte.⁸

Aujourd'hui, des bilans de l'impact des vagues de chaleur de l'été dernier sont disponibles dans les pays cités

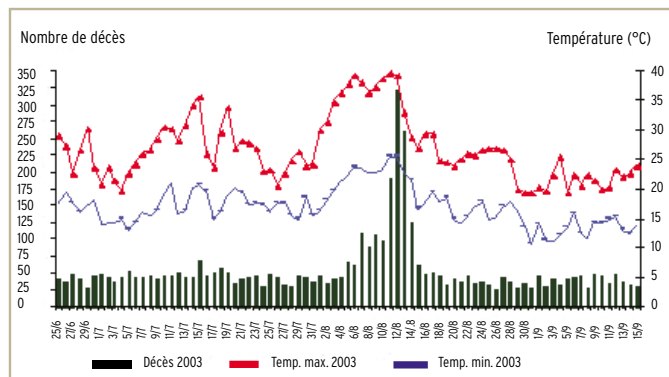


Figure 3 Nombre de décès journaliers à Paris et températures minimales et maximales entre le 25 juin et le 15 septembre 2003

(tableau 2). Bien que difficilement comparables, ils laissent estimer que plusieurs dizaines de milliers de morts en Europe sont attribuables aux températures très supérieures à la moyenne qu'a connu l'été 2003. Au Portugal, les estimations basées sur les déclarations de décès donnent un excès de 1953 décès (+ 43 %) entre le 30 juillet et le 15 août 2003 par rapport aux années 2000-2001.⁹ En Italie, le ministère de la Santé estime que le nombre de décès chez les plus de 65 ans entre le 15 juillet et le 15 août 2003 excède de 4 175 la moyenne des 2 années précédentes.¹⁰ Une enquête effectuée en Espagne sur les 52 capitales de province et un échantillon représentatif des communes de moins de 10 000 habitants donne une estimation de 6 500 décès en excès (+ 8 %) pour les mois de juin, juillet et août 2003 comparés à ceux des 12 années précédentes¹¹ et 14 % pour le seul mois d'août. Pour la semaine du 4 au 13 août, les services statistiques anglais ont estimé le nombre de décès en excès par rapport aux 5 années précédentes à 2 405 (16 %).⁸ Les services statistiques des Pays-Bas estiment globalement sur les mois de juin à août 2003 un excès de décès de 1 000 à 1 400 par rapport aux années précédentes.⁸ Enfin, dans l'État fédéral du Bade-Wurtemberg situé au sud-ouest de l'Allemagne, on attribue un excès de 970 à 1 490 décès à cette vague de chaleur (selon que l'on prenne comme référence les périodes du 31 juillet au 30 septembre ou du 31 juillet au 23 août).¹²

La mise en évidence d'un impact notable, y compris dans les pays où les maximales ont été relativement moins extrêmes, est en accord avec l'existence de relations spécifiques pour chaque région, les températures ayant un impact donné étant inférieures pour les pays du nord comparés aux pays du sud.⁸

Il apparaît que c'est surtout les catégories d'âge les plus élevées qui supportent le plus lourd bilan. À Rome l'excès de mortalité croît de 2,5 % chez les 65-74 ans à plus de 40 % chez les plus de 85 ans.⁸ À Milan, il n'affecte que les plus de 75 ans (+ 40 %).¹³ En Espagne, l'excès de mortalité affecte uniquement les plus de 65 ans (+ 15 %).¹¹ Il est inté-

Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en Europe (au 10 juin 2003)

PAYS	INFORMATION MÉTÉOROLOGIQUE ÉTÉ 2003	PREMIER BILAN EXPERTS	PRESSE	ENQUÊTE LANCÉE	SYSTÈME DE DÉTECTION VAGUE DE CHALEUR	SYSTÈME DE GESTION
Allemagne	Entre 03 et 14 août T° perçues > 32°C dans le sud et l'ouest de l'Allemagne, pointes > 38 °C	Deutscher Wetterdienst	Excès de décès dans certaines maisons de retraite dans certains Länder du sud et de l'ouest	Non au niveau fédéral. Badd Wurtemberg : entre 970 et 1490 décès attribuables	Non au niveau fédéral mais testé par le DWD pour le Badd-Wurtemberg	Non
Angleterre et Pays de Galles	03-13 août températures supérieures à 30 °C en plusieurs points de l'Angleterre	Health Protection Agency, Office for National Statistics		Angleterre et Pays de Galles, période du 4/08 au 13/08/2003 : 2 045 décès en excès /5 années précédentes (estimation 2003 : 15 187). 64 % des décès sont survenus dans les régions est et sud-est de l'Angleterre	Oui/modèle d'alerte au service météorologique	Alerte au réseau de santé du NHS (hôpitaux, services «communautaires» (community services) et services de santé publique) par la météo
Belgique	Moins intense qu'en France	Institut scientifique de santé publique	Pas d'impact notable	Oui publication en cours	Non	Non
Espagne Pays	Épisodes intenses et notables dans certaines régions notamment dans la première quinzaine d'août	Institut Carlos III Madrid Ministerio de Sanidad y Consumo	Plus de 2 000 morts	Oui au niveau national sur la base des capitales de province (6 500 décès en excès entre le 01/06 et le 31/08/03/12 années précédentes 58 morts par coup de chaleur et 82 morts par décompensation pathologie sous-jacente	Non	Apparemment rien de spécifique si ce n'est un système d'alerte hospitalière en Andalousie
Barcelone	ex. Barcelone : T° max > 35°C (première quinzaine d'août) 8-16/08 : T° max > 38° C avec minimales de T° < 26°/3 j	Agence santé publique (ASP) Barcelone	Doublement des décès enregistrés durant la période du 08 au 16 août 2003	52 % d'excès de mortalité pour août 2003, 80 % chez les plus de 80 ans	Non	Non
Italie Pays	Vagues de chaleur en juin, juillet, août Plutôt juin-juillet pour villes du sud et août pour villes du nord	Instituto Superiore della Sanita	/cf villes	15/07 au 15/08 4175 décès en excès chez les > 65 ans (dont 1992 > 75 ans)	À Rome, Turin, Milan, Bologne	Oui à Rome, Turin
Turin	Vague de chaleur très intense en août	ARPA (Piémont-Turin)	Excès de 50 à 100 %	15/07 et le 15/08 : 108 % de décès en excès > 75 ans	Oui modèle sous-estime le nombre de décès les jours de pic de mortalité	Oui Efficacité encore difficile à évaluer
Italie/Rome	Vagues de chaleur intense 02/06-02/07 et 10-30/07	Agence de santé locale de Rome ASL/RM/E	Rien de clair	01/06 et 15/08 708 morts en excès	Oui : légère sous-estimation (467 morts en excès «prévus»)	Oui Efficacité encore difficile à évaluer
Italie/villes du sud	Plus courte (12-19 août) et moins intense	Instituto Superiore della Sanita	Apparemment pas d'excès de décès	15/07 - 15/08 Naples : 40 % décès en excès > 75 ans	Non	Non
Pays-Bas	Moins intense Périodes de chaleur en juin-juillet	Institut national de statistiques	01/06-31/08 Entre 1 000 et 1 400 morts en excès	Sur la base des données de mortalité 01/06-31/08 Entre 1 000 et 1 400 morts en excès	À documenter	À documenter
Portugal	Aussi intense Aussi long	Institut national de santé	1316 morts sur période non précisée	Enquête certificats de décès : excès de 1953 morts 30/07 au 15/08/03 2001-2	Oui à Lisbonne (modèle ICARO) extension au pays	Oui en 2004

Tableau 2

ressant de noter qu'en France, on observe déjà un excès de mortalité important (+ 30 %) dans la tranche d'âge 45-54 ans.² Le risque de décès lié aux vagues de chaleur, à tranche d'âge égale, semble plus important chez les femmes.^{8,13}

L'analyse de la mortalité par cause de décès montre que les augmentations observées concernent un panel de pathologies bien plus large que celui des causes directement liées à la chaleur (déshydratation, hyperthermie). Ainsi dans le centre de la France et au Portugal, il existe une augmentation statistique du risque pour la plupart des causes de décès. Si elle est très nette pour l'hyperthermie et la déshydratation, elle reste importante pour les maladies de l'appareil génito-urinaire ($\times 3,2$) et de l'appareil respiratoire ($\times 2,8$) en France et pour le diabète sucré ($\times 1,9$) et les pathologies de l'appareil respiratoire ($\times 1,7$) au Portugal.^{2,9} À Milan, durant la période du 5 au 18 août et par rapport aux années 1999-2002, on observe une nette augmentation pour les pathologies du système nerveux central ($\times 2$), les maladies hormonales du métabolisme et de la nutrition ($\times 2,7$), les maladies cardiovasculaires ($\times 1,3$) et les maladies respiratoires ($\times 1,7$) dans l'ensemble des décès.¹³

En France, la catastrophe de cet été a été révélée par l'engorgement des urgences hospitalières. Cette caractéristique semble spécifique à notre pays. À Barcelone, les services d'urgences n'ont enregistré qu'un accroissement global de 5 % de leur activité durant le mois d'août 2003, comparé au même mois de l'année précédente, alors que l'augmentation des décès enregistrés était de 58 %.⁸ De même, une étude faite sur les services d'urgence hospitalière au Portugal ne montre que des excès d'activité modérés pour l'été 2003 comparé aux années 2001-2002 (11 %). Par contre, quel que soit le pays, les variations d'activité des services des pompes funèbres se montrent d'excellents indicateurs de l'impact de la vague de chaleur. La mortalité semble donc bien la principale manifestation sanitaire de l'impact des vagues de chaleur et le principal risque à prévenir.

Contrairement à beaucoup de cités nord-américaines, les villes européennes n'étaient pas préparées à affronter les vagues de chaleur l'été dernier. Seules les villes de Rome et de Lisbonne disposaient alors de systèmes couplés de prévision de vagues de chaleur, d'alerte et d'intervention. Cette situation est en train de changer. La France, le Portugal, et plusieurs villes italiennes déclarent se doter de tels systèmes. Malheureusement, aucun de ces systèmes n'a, jusqu'à présent, effectué l'évaluation de son efficacité. Celle-ci sera difficile, mais souhaitable.

AUJOURD'HUI : DES ACTIONS POUR ORGANISER LA PRÉVENTION

Devant l'ampleur de l'impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France, que les premières études ont permis de mettre en évidence, les administrations sanitaires et sociales et les agences de sécurité sanitaire se sont

mobilisées pour organiser la prévention lors de futures vagues de chaleur qui, à l'avenir, pourraient survenir avec une fréquence accrue.¹⁴ Il en est ainsi de la mise en place d'un plan de prévention fondé sur un système d'alerte spécifique mis en place par l'InVS et Météo France. Par ailleurs, au décours de l'événement, d'autres études épidémiologiques ont été engagées sur la vague de chaleur d'août 2003 afin de documenter au mieux les facteurs qui ont contribué à augmenter le risque de décéder ou au contraire qui ont eu un effet protecteur vis-à-vis de celui-ci.

Un système d'alerte articulé avec un plan de prévention dès 2004

Il s'agit d'élaborer un système opérationnel pour l'été 2004 permettant d'alerter les autorités publiques, avec 3 jours d'anticipation, de la survenue d'une vague de chaleur susceptible d'entraîner une surmortalité importante. Il fait partie intégrante d'un plan de prévention sanitaire dit Plan national canicule, qui définit l'action des pouvoirs publics en cas d'alerte. L'originalité de ce système d'alerte est son extension géographique. De nombreux systèmes de prévention des vagues de chaleur existent à un niveau local dans plusieurs villes du monde (*v. encadré*) mais il existe peu de systèmes nationaux. La difficulté principale consiste donc à trouver des indicateurs biométéorologiques et des seuils adaptés pour toutes les régions climatiques françaises. Pour ce faire, la relation entre la mortalité générale et plusieurs indicateurs météorologiques (températures, indice bioclimatique tel que l'indice thermo-hygrométrique, humidité) est étudiée dans 14 villes pilotes afin de choisir le meilleur indicateur. Des valeurs seuils sensibles et spécifiques, au-delà desquelles l'alerte est déclenchée, sont ensuite définies. Le système est enfin étendu à l'ensemble des départements français. Le système d'alerte fonctionnera du 1^{er} juin au 30 septembre.

D'autres études pour optimiser la prévention

Connaître la part de la pollution atmosphérique dans les conséquences sanitaires de la canicule

Nous avons vu que la vague de chaleur d'août 2003 était accompagnée d'une pollution de l'air par l'ozone marquée, tant en durée qu'en intensité. Dans le cadre du Programme de surveillance Air et Santé, mené par l'InVS dans 9 villes françaises,¹⁵ une étude est actuellement en cours pour estimer l'excès de risque de mortalité lié à l'exposition à la température et à la pollution atmosphérique, et établir la part attribuable à chacun de ces facteurs ainsi que leur potentialisation mutuelle. À partir des relations modélisées entre l'exposition et le risque de décès, une évaluation de l'impact sanitaire de la température et de la pollution, c'est-à-dire l'estimation du nombre de décès attribuables à chacun des deux facteurs, sera réalisée. Ce

travail nécessite d'une part de disposer de séries pluriannuelles de données sanitaires et d'exposition et d'autre part d'élaborer une méthode d'analyse spécifique.

Connaître les facteurs de risque chez les personnes âgées résidant à domicile

Une enquête cas-témoin a été mise en place afin d'étudier les facteurs de risque de décès liés à la chaleur des personnes âgées qui résidaient dans un logement individuel. La population d'étude concerne les personnes âgées de plus de 65 ans vivant dans des zones urbaines particulièrement touchées par la canicule : Paris, le Val-de-Marne, Orléans et Tours. Les cas sont recrutés dans la base des certificats de décès du CépIDC de l'Inserm, et les témoins, sélectionnés sur liste téléphonique, sont appariés aux cas sur l'âge, le sexe et le lieu de domicile. Les données sont recueillies par un entretien avec un proche pour les cas, et avec le témoin lui-même ou, si nécessaire, avec un de ses proches. Les facteurs de risque individuels (liés au mode de vie, à l'autonomie du sujet ou aux pathologies préexistantes) et les facteurs de risque environnementaux liés à l'habitat et l'urbanisme sont recherchés.

Cette étude associe l'InVS, le CépIDC de l'Inserm, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), et l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France (Iaurif).

Connaître les facteurs de risque chez les personnes âgées vivant en institution

L'enquête a pour objectif de déterminer les facteurs de risque ou protecteurs de la mortalité qu'ils soient collectifs (liés à l'établissement) ou individuels (liés à la personne) et plus particulièrement, le rôle joué par :

- le nombre et la qualité des personnels ainsi que la taille de l'établissement ;
- la climatisation, les caractéristiques architecturales et le mode d'habitat ;
- la présence d'un entourage familial ;
- l'état de santé des personnes avant la canicule ;
- certaines familles de médicaments vis-à-vis de la déshydratation et des décès ;
- l'hospitalisation des personnes ;
- l'existence d'une politique de prévention spécifique.

L'enquête comporte 2 études simultanées :

- une étude cas-témoins « établissements » ayant pour objectif d'identifier les facteurs de risque et de protection directement liés à l'établissement et indépendants des personnes ;
- une étude cas-témoins « individus » ayant pour objectif d'identifier les facteurs de risque et de protection individuels indépendamment des facteurs de risque ou de protection liés à l'établissement ; les établissements enquêtés sont des maisons de retraite, des unités de soins de longue durée, et des logements-foyers médicalisés, sélectionnés dans la zone de plus forte surmortalité

(régions Alsace, Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Île-de-France, Limousin, Lorraine, ainsi qu'une partie des Pays de la Loire, Poitou-Charente et Rhône-Alpes). 175 établissements ayant enregistré une forte mortalité sont comparés à 175 établissements témoins appariés sur la zone géographique et le niveau de dépendance de la population accueillie. Dans les établissements à forte mortalité, 314 personnes décédées sont comparées à 314 témoins restés vivants appariés sur l'établissement et l'âge. Les données sont recueillies au cours d'une visite de l'établissement et d'entretiens avec le personnel. Cette étude associe l'InVS à la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) et à l'unité Inserm 500 - Épidémiologie des maladies chroniques et du vieillissement.

Les résultats de ces différentes études seront publiés avant la fin de l'année 2004.

CONCLUSION

La vague de chaleur d'août 2003 a eu un impact sanitaire majeur en France. Cet événement a conduit à la remise en question de notre système de santé publique dans sa capacité à anticiper ce type de crise. L'ensemble des études, déjà réalisées et à venir, ont permis et vont améliorer la connaissance des vagues de chaleur et l'appropriation de cette connaissance par les acteurs concernés. Les collaborations développées à cette occasion ont fait notamment considérablement progresser la réflexion sur la mise en place de stratégies de prévention efficaces.

Il s'agit aussi de répondre efficacement à l'échelle internationale aux enjeux que posent d'une part, l'accroissement de la fréquence de vagues de chaleur du fait du réchauffement global et, d'autre part, l'augmentation de leur impact du fait du vieillissement de la population. C'est pourquoi, plusieurs projets européens réunissant chercheurs et experts de différents pays ont été lancés ou font l'objet de demandes de financement. Le projet PHEWE lancé en 2002-2003, réunit 16 villes européennes avec l'objectif de mieux connaître la relation entre conditions météorologiques et mortalité, et le rôle joué par les facteurs modifiants comme la pollution ou les caractéristiques sociodémographiques et climato-logiques locales. Le projet Euroheat, en préparation à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a pour objectif l'évaluation et l'amélioration des réponses de santé publique aux vagues de chaleur. Le projet CASH vise à estimer et prévoir l'impact du changement climatique sur la santé humaine et préparer les stratégies de réponse.

Il demeure très douloureux de constater que ces progrès se sont faits au prix d'un lourd tribut en vies humaines et qu'une fois de plus une crise sanitaire a été nécessaire pour faire avancer la santé publique. ■

SUMMARY The heat wave in France in august 2003: what happened?

A heat wave of exceptional intensity occurred in France in August 2003. 2003 was the warmest of the last 53 years in terms of minimal, maximal and average temperatures, and in terms of duration. In addition, high temperatures and sunshine, causing the emission of pollutants, significantly increased the atmospheric ozone level. Some epidemiological studies were rapidly implemented during the month of August in order to assess the health impact of this heat wave. Excess mortality was estimated at about 14 800 additional deaths. This is equivalent to a total mortality increase of 60% between August 1st and 20th, 2003 (Inserm survey). Almost the whole country was concerned by this excess-mortality, even in locations where the number of very hot days remained low. Excess-mortality clearly increased with the duration of extreme temperatures. These studies also described the features of heat-related deaths. They showed that the death toll was at its highest among seniors and suggested that less autonomous or disabled or mentally ill people were more vulnerable. So, they provided essential information for the setting up of an early warning system in conjunction with emergency departments. The public health impact of the Summer 2003 heat wave in various European countries was also assessed. Different heat waves in term of intensity had occurred at different times in many countries with each time deaths in excess. But, it does seem that France was the most affected country. However, implementation of standardized methods of data collection through all countries is necessary to afford further comparisons. Collaborative studies will be conducted in this way. After these first descriptive studies, further etiologic studies on risk factors and heat-related deaths were launched and are now in progress. Considering the health impact of the heat wave, national health authorities decided to launch an Heat Wave National Plan including a provisional Heat Watch Warning System (HWWs) for 2004. Developed in collaboration with Météo France, this HWWs is based upon an analysis of historical daily mortality data and meteorological indicators in 14 French cities in order to define the best indicators and triggers. The public health impact of the heat wave of August 2003 was major. This exceptional event raises questions about anticipating phenomena which are difficult to predict. The collaborative efforts which were developed and the group of actions and studies which were implemented in a context of emergency are now useful for the setting up of early warning strategies and thus efficient prevention.

Rev Prat 2004 ; 54 : 1289-97

RESUMÉ La vague de chaleur d'août 2003 : que s'est-il passé ?

L'été 2003 est le plus chaud qu'ait connu la France depuis 53 ans. Une vague de chaleur d'une intensité exceptionnelle est survenue durant la première quinzaine d'août avec des températures maximales et minimales significativement au-dessus des normales saisonnières. La vague de chaleur d'août 2003 s'est accompagnée d'une pollution par l'ozone marquée, tant en durée qu'en intensité. Plusieurs enquêtes épidémiologiques ont été mises en place en urgence avec pour objectif l'évaluation des conséquences sanitaires à court terme de la vague de chaleur. Le nombre cumulé des décès en excès d'environ 14 800 entre le 1^{er} et le 20 août, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue (enquête Inserm). La surmortalité a touché l'ensemble de la France, même dans les départements où le nombre de jours caniculaires était faible. Ce résultat est corroboré par l'enquête « 13 villes ». Globalement, la surmortalité a concerné plus les villes que leur région respective. Ces enquêtes ont également permis une première description des caractéristiques des personnes décédées pendant la vague de chaleur. Elles montrent que ce sont les personnes âgées qui paient le plus lourd tribut et suggèrent que les personnes peu autonomes ou souffrant d'un handicap physique, ou d'une maladie mentale ont été les plus vulnérables à la chaleur. Les informations recensées auprès des autres pays européens accréditent un impact sanitaire de différentes vagues de chaleur survenues à des périodes et avec des intensités diverses en Europe occidentale durant l'été 2003. Il semble bien que la France soit le pays européen qui a été le plus touché par la vague de chaleur. Afin de pouvoir comparer le bilan de l'impact sanitaire de cet été exceptionnellement chaud entre les différents pays, une harmonisation des méthodes est indispensable, que ce soit pour la définition des indicateurs d'exposition comme des indicateurs d'effets. Une collaboration suivie entre les experts des différents pays doit être développée par l'élaboration de programmes de recherche internationaux. Devant l'ampleur de l'impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France, des études ou actions dans le champ de la surveillance et de l'alerte ont été mises en place. Un partenariat a été développé avec Météo France afin d'élaborer un système d'alerte opérationnel, partie intégrante d'un plan national d'actions mis en place par les autorités sanitaires pour faire face à de futures vagues de chaleur. Une analyse des données historiques de météorologie et de mortalité a été conduite dans 14 villes pour définir les indicateurs et les seuils d'alerte les plus adéquats. L'analyse de la part de la pollution atmosphérique dans les conséquences sanitaires de la vague de chaleur 2003 sera réalisée dans les mois qui viennent, dans le cadre du programme PSAS 9. Des études épidémiologiques visant à identifier les facteurs de risque de décès à domicile et en institution liés à la canicule sont en cours. La vague de chaleur d'août 2003 a eu un impact sanitaire majeur en France. Cet événement a conduit à la remise en question de notre système de santé publique dans sa capacité à anticiper ce type de crise. Les collaborations développées à cette occasion et l'ensemble des actions et études mises en place visent à alimenter la réflexion sur la mise en place de stratégies de prévention efficaces.

RÉFÉRENCES

1. Météo France. Dossier canicule 2003. Météo France. 4-9-2003. 8-4-2004. http://www.meteo.fr/meteonet/actuel/archives/dossiers/canicule/canicule_2003.htm
2. Hémon D, Jouglé É, Clavel J, Laurent F, Bellec S, Pavillon G. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 en France. BEH 2003 ; 45-46 : 221-6.
3. Vandentorren S, Suzan F, Pascal M, Maupoix A, Medina S. Données météorologiques et enquêtes sur la mortalité dans 13 grandes villes françaises. BEH 2003 ; 45-46 : 219-20.
4. Carré N, Ermanet C, Isnard H, Ledrans M. Décès par coup de chaleur dans les établissements de santé en France : 8 août-19 août 2003. BEH 2003 ; 45-46 : 226-7.
5. Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. Environnement Risques Santé 2002 ; 1 : 229-39.
6. Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC *et al.* Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. Am J Prev Med 2002 ; 22 : 221-7.
7. Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Rev 2002 ; 24 : 190-202.
8. Pirard P. Heat wave: a climatic deadly phenomenon that can be prevented. Enferm Emerg 2003 ; 5 : 145-6.
9. Calado R, Botelho J, Catarino J *et al.* Instituto Nacional de Saúde - Dr Ricardo Jorge. Onda de calor de agosto de 2003 e os seus efeitos a mortalidade em Portugal. Conferencia Icaro 2004 Ondas de Calor e seus efeitos na saúde ; Perceber, Prever e Prevenir 07 maio 2004.
10. Indagine epidemiologica disposta dal Ministro della Salute sulla mortalità estiva. SINTESI. Istituto Superiore della Sanità - Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute - Ufficio di Statistica - settembre 2003.
11. Martínez Navarro F, Simon-Soria F, Lopez-Abente G. Evaluation of the impact of the heat wave in the summer of 2003 on mortality. Gac Sanit 2004 ; 18 : 250-8.
12. Koppe C, Jendritzky G, Wetterdienst D. The new forecasting, surveillance and alert system in Germany. Human biometeorology. Conferencia Icaro 2004 ; Ondas de Calor e seus efeitos na saúde ; Perceber, Prever e Prevenir 07 maio 2004.
13. Bisanti L, Russo A, Autelitano M. Servizio di Epidemiologia. Azienda Sanitaria Locale della Città di Milano Rapporto sulla mortalità associata alle onde di calore verificatesi a Milano nell'estate 2003. Ottobre 2003.
14. WHO. Heatwaves: impacts and responses. Genève : WHO editor, 2003.
15. Cassadou S, Declercq C, Eilstein D *et al.* Programme de surveillance Air et santé 9 villes. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Phase II. Paris : Institut de veille sanitaire, juin 2002 (<http://www.invs.sante.fr>).